# Волны де Бройля, периодический процесс и теория относительности.

Безверхний Владимир Дмитриевич.

Украина, e-mail: bezvold@ukr.net

Для начала вспомним, как была открыта волновая природа частиц.

Чтобы согласовать теорию относительности с квантовым явлением (периодическим процессом в элементарных частицах), Луи де Бройль был вынужден ввести понятие “волна материи” по отношению к движущейся частице (например, электрону). Рассуждения де Бройля были следующими.

Свет, то есть электромагное излучение, может проявлять свойства как частиц (фотоны) так и волн (электромагнитная волна). Энергия кванта электромагнитного излучения равна:

$$E = h * \gamma$$

Следовательно, должен существовать периодический процесс, связанный с квантом излучения (фотоном), так как в формулу входит частота ($\gamma$), которая по определению является характеристикой периодического процесса.

$$E = h * \gamma = m * c^2$$

$$\gamma = (m * c^2) / h$$

Далее, де Бройль предположил, что подобный периодический процесс существует во всех элементарных частицах, в том числе и обладающих массой покоя. Согласитесь, что его логика безупречна и понятна. Вот цитата [1, 2]:

“В квантовой теории я предполагал, что существует периодический процесс, связанный с электроном как целым (материальной точкой). Этот процесс для неподвижного относительно электрона наблюдателя происходил бы во всем пространстве с одной фазой и имел бы частоту $\gamma = (m * c^2) / h$”.

Де Бройль попытался ответить на вопрос: что в таком случае увидит внешний наблюдатель?

После размышлений, де Бройль пришел к выводу, что внешний наблюдатель, относительно которого частица (с массой m) движется со скоростью v, увидит “волну материи” длиной $\lambda$:

$$\lambda = h / (m * v)$$

То есть, внешний наблюдатель увидит волну де Бройля.

Обычно, формула де Бройля распространяется на все объекты и частицы обладающие массой, включая макрообъекты. Но, волны де Бройля являются следствием периодического процесса происходящего в элементарных частицах.

Причем, энергия этого процесса напрямую связанна с ипульсом частицы, как следствие, получаем зависимость длины волны от импульса частицы - формулу де Бройля.

Поэтому, строго формулу де Бройля можно применять только к элементарным частицам, поскольку не всякая частица обладающая импульсом, характеризуется еще и определенным “внутренним” периодическим процессом. Хотя, некоторые составные частицы, например, протон, нейтрон и т.п., вполне могут обладать импульсом и определенным “внутренним” периодическим процессом.

И еще один важный вывод.

Скорость частицы и скорость волны де Бройля связаны следующим соотношением:

$$v * vf = c^2$$

где v - скорость частицы,

vf - скорость волны де Бройля.

То есть, исходя из соотношения, скорость элементарной частицы (например, электрона) всегда будет меньше скорости света, так как скорость волн де Бройля всегда больше скорости света. И только в случае электромагнитного излучения их скорости равны: скорость частицы и скорость волны равны скорости света.

Следовательно, из волнового описания де Бройля строго следует, что частицы обладающие массой покоя, всегда будут двигаться со скоростями меньшими скорости света.

То есть, любые макрообъекты, которые состоят из элементарных частиц (а это все макрообъекты!), преодолеть скорость света никогда не смогут.

1. Louis de Broglie. Selected Works. Volume 1. The formation of quantum physics: the work of 1921-1934. Moscow, Logos, 2010, page 203 (About frequency of the electron).

2. Louis de Broglie. Sur la frequence propre de Pelectron. Compt. Rend. 1925. 180. P. 498.